

**РАЗРАБОТКА СОСТАВА ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЗАЩИТНОГО СЛОЯ ОТ СВЧ-ИЗЛУЧЕНИЙ НА ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛАХ**

**DEVELOPMENT OF COMPOSITION FOR CREATION OF THE PROTECTIVE LAYER FROM SUPERHIGH-FREQUENCY RADIATIONS ON TEXTILE MATERIALS**

В.В. Сафонов<sup>1</sup>, А.Е. Третьякова<sup>1</sup>, В.Б. Иванов<sup>2</sup>, И.Д. Капаева<sup>1</sup>  
V.V. Safonov<sup>1</sup>, A.E. Tretyakova<sup>1</sup>, V.B. Ivanov<sup>2</sup>, I.D. Kapayeva<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина  
(Технологии. Дизайн. Искусство), (Москва)

<sup>2</sup>Институт химической физики им. Н.Н. Семенова Российской академии наук,  
(Москва)

<sup>1</sup>Russian state University A.N. Kosygin (Technology. Design. Art), Moscow

<sup>2</sup>Institute of chemical physics of N. N. Semenov of the Russian Academy of Sciences,  
(Moscow)

E-mail: svv@staff.msta.ac.ru, e-mail: icp@chph.ras.ru

Рассмотрены вопросы связанные с разработкой состава печатной композиции для придания текстильному материалу защитных свойств от излучений, в частности, сверхвысокочастотного (СВЧ); приведены результаты экспериментального исследования защитных свойств полученного материала.

**Ключевые слова:** СВЧ-излучение; наноуглерод; защитный материал; СВЧ-поглотители.

Are considered development of structure of printing composition for giving to textile material of protective properties from radiations, in particular, of superhigh-frequency, results of pilot study of protective properties of the received material are given.

**Keywords:** SHF-radiation; nanocarbon; protective material; SHF-absorbers.

Проникание небольшой части мощности СВЧ-установок в окружающее пространство представляет опасность для людей: воздействие достаточно мощного СВЧ-излучения на зрение, нервную систему и органы человека может вызвать серьезные болезненные явления. При работе с мощными источниками СВЧ энергии необходимо неукоснительно соблюдать требования техники безопасности. По мере удаления от мест излучения СВЧ (от резонаторных камер или волноводных систем, где производится обработка с помощью СВЧ-энергии) поток излученной энергии быстро ослабевает (обратно пропорционально квадрату расстояния). Поэтому можно установить безопасную границу, где уровень излучения ниже нормы, и выполнить ее в виде ограждения, за которое нельзя заходить во время технологического процесса. Технология микроволновых поглотителей является важной темой в военной отрасли, так как электромагнитное излучение способно заглушить линии связи или повредить электронику, например, беспилотника либо управляемого боеприпаса. Давно известно и подтверждено на практике, что современные беспилотные летательные аппараты (БПЛА) с дистанционным управлением подвержены воздействию средств радиоэлектронной борьбы. При глушении канала управления аппарат не может продолжать выполнять возложенные задачи и переходит на работу в автоматическом режиме, например, самостоятельно возвращаясь на базу [1, 2].

СВЧ-поглотители – это специально разработанный материал для подавления излучения электромагнитной энергии, которая падает на поверхность поглотителя путем превращения электромагнитной волны в тепловые колебания молекул и атомов. Рассеивание происходит, когда микроволновое излучение проникает в структуру поглотителя, при этом ослабляясь за счет абсорбции веществом поглотителя. Необходимость разработки таких защитных устройств стимулировала большое количество работ в этой области [2].

Целью работы является разработка состава для создания защитного материала от СВЧ-излучения, превосходящая по параметрам существующие аналоги.

Задачи работы заключаются в создании методики производства материала, а также в определении свойств полученных образцов в зависимости от состава печатной краски и оптимального состава печатной композиции.

Образцы изготавливались по технологии пигментной печати, с использованием нанюглерода двух модификаций. Фиксация печатной краски на ткани производилась путем термообработки. Образцы помещались в волноводный тракт прямоугольного сечения. Непосредственно измерялись модули коэффициента отражения от волноводной ячейки, согласованной с трактом (работающей в «излучающем» режиме), с уровнем обратного отражения ниже -30 дБ, нагруженную на измеряемый образец, а также модуль коэффициента прохождения электромагнитного излучения (ЭМИ) через образец, размещённый таким образом, чтобы полностью перекрыть сечение волноводного тракта. Для оценки степени анизотропии электрических свойств образцов измерения проводились для двух взаимно перпендикулярных поляризационных положений каждого образца. Источником квазимонохроматического излучения соответствующего диапазона служил свип-генератор на диоде Ганна с амплитудной модуляцией рпн-диодами. Генерация излучения проводится в режиме линейно изменяющейся частоты в пределах рабочего диапазона волновода или на фиксированной частоте. Перестройка частоты осуществляется за счет линейного изменения напряженности постоянного подмагничивающего поля в резонаторе с феррит-гранатовой сферой. В качестве выделяющего элемента используются направленные детекторы падающего, отраженного или прошедшего излучения, состоящие из направленных волноводных ответвителей на сочлененных перфорированных волноводах с встроенным во вторичный тракт СВЧ-детектором, работающем в линейном по полю режиме при смещении рабочей точки [3-5].

Таблица 1

Радиотехнические характеристики испытанных образцов тканей

№	Образец	Содержание, г/мл	$K_{\text{прох}}$ , дБ	$K_{\text{отр}}$ , дБ	$\rho_s$ , Ом/квадрат
1	Нанюглерод I	0,125	0,8 (  ) 0,9(⊥)	18,4 (  ) 16,2 (⊥)	0,45
2		0,25	4,5 (  ) 5,8 (⊥)	5,9 (  ) 5,8(⊥)	3,06
3		0,5	7,6 (  ) 5,2 (⊥)	4,3 (  ) 6,0 (⊥)	4,03
4	Нанюглерод II	0,125	2,3 (  ) 1,2(⊥)	11,5(  ) 15,9(⊥)	0,84
5		0,25	4,3 (  ) 2,2(⊥)	7,6 (  ) 13,7(⊥)	1,61
6		0,5	11,0 (  ) 11,4(⊥)	3,0 (  ) 2,6(⊥)	8,96

Приведённые коэффициенты прохождения ЭМИ через образец  $K_{\text{прох}}$ , отражения от образца  $K_{\text{отр}}$ , а также удельного поверхностного сопротивления  $\rho_s$  и действительной части

диэлектрической проницаемости  $\varepsilon'$  оценочно показывают повышение поглощающей способности при увеличении содержания нанougлерода в исследуемых образцах. Видно, что наилучшими характеристиками обладают образцы, напечатанные с 50% долей нанougлерода обеих модификаций.

Таким образом, на основании определения оптимального состава печатной композиции в производстве поглощающих материалов по проведенной технологии возможно уменьшить воздействие на человека СВЧ-излучения и повысить эффективность защищающего от него текстильного материала.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гребёнкин А.Н., Гребёнкин А.А., Зверлин С.В., Труевцев Н.Н. О новых возможных технологиях создания текстильных материалов для защиты от электромагнитного излучения // Вестник СПГУТД. 2008. №3(18). с. 78 – 82
2. Борзенко Г.П., Ткачев Н.А. Пат. 2119216 Российская Федерация. Поглотитель электромагнитных волн и способ его изготовления / заявл. 13.08.1996.; опубл. 20.09.1998
3. СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ)
4. Никифорова А.А, Давыдов А.Ф., Курденкова А.В., Бызова Е.В. Разработка метода оценки коэффициента прохождения электромагнитного излучения тканей специального назначения // Дизайн и технологии. 2013. № 36 (78). с. 55-61
5. Т.С. Бекренева, В.И. Ефремов, Г.Ю. Захарова, В.К. Осипович, А.В. Полоник, К.А. Спиридонов Пат. 2153785, Российская Федерация. Способ оценки радиоэкранирующих свойств радиозащитной одежды / заявл. 15.12.98; опубл. 27.07.00  
УДК 677.494.675.4 + 616-74

УДК 677.024

#### ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ШЕРОХОВАТОСТИ ДИСКА ДЛЯ ЗАМАСЛИВАНИЯ НИТЕЙ ИЗ ОКСИДА АЛЮМИНИЯ

#### INVESTIGATION OF THE OPTIMAL ROUGHNESS OF THE DISK TO OILING OF THREADS OF ALUMINUM OXIDE

А.В. Медведев<sup>1</sup>, К.Э. Разумеев<sup>2</sup>  
A.V. Medvedev<sup>1</sup>, K.E. Razumeev<sup>2</sup>

<sup>1</sup>АО «НПО Стеклопластик» филиал НПК «Терм» (Москва),  
<sup>2</sup>Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина  
(Технологии. Дизайн. Искусство) (Москва)

JSC "NPO Stekloplastik" affiliat NPK "Therm" (Moscow)  
«Russian State University A.N. Kosygina (Technologies. Design. Art)» (Moscow)  
E-mail: 24091955@mail.ru, k.razumeev@rambler.ru

Проведены исследования по определению оптимальной шероховатости диска для замасливания нитей из оксида алюминия. Определена зависимость величины краевого угла смачивания замасливающей эмульсией на основе водного раствора препарата АВИБ-Б, от параметров шероховатости Ra стальных образцов. В качестве образцов использовались образцы шероховатости с параметром шероховатости поверхности Ra от 1,600 до 0,0125 мкм.  
Ключевые слова: замасливающий диск; параметры шероховатости; нити из оксида алюминия.